

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

BK

(11)Publication number : 2001-101707

(43)Date of publication of application : 13.04.2001

(51)Int.Cl.

G11B 7/24
G11B 7/004
G11B 11/105

(21)Application number : 11-273997

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 28.09.1999

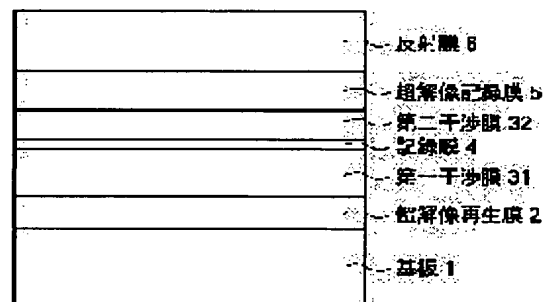
(72)Inventor : NAGASE TOSHIHIKO
TODORI KENJI
ICHIHARA KATSUTARO

(54) OPTICAL RECORDING MEDIUM, OPTICAL RECORDING AND REPRODUCING DEVICE, AND OPTICAL RECORDING AND REPRODUCING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form and read a recording mark train whose size is smaller than a laser spot size and to enhance the recording density.

SOLUTION: A super resolution reproducing film 2 is formed on the light incident side of a recording film 4 in the optical recording medium, and a super resolution recording film 5 using a metal fine particle dispersion film is formed on the opposite side to the incident side.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.09.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 17.06.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-101707
(P2001-101707A)

(43) 公開日 平成13年4月13日 (2001.4.13)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 1 1 B 7/24	5 2 2	G 1 1 B 7/24	5 2 2 F 5 D 0 2 9
	5 1 1		5 1 1 5 D 0 7 5
7/004		7/004	Z 5 D 0 9 0
11/105	5 2 6	11/105	5 2 6 J
	5 8 6		5 8 6 N
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-273997

(22) 出願日 平成11年9月28日 (1999.9.28)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 永瀬 俊彦

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 都島 顕司

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 100083161

弁理士 外川 英明

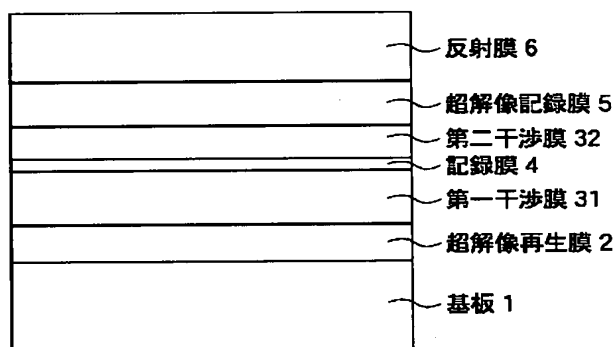
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光記録媒体、光記録再生装置および光記録再生方法

(57) 【要約】

【課題】 レーザスポットサイズよりも小さい記録マーク列の形成と読み出しを可能とし、記録密度を向上させる。

【解決手段】 光記録媒体における記録膜4の光入射側に超解像再生膜2、光入射側とは反対側に金属微粒子分散膜を用いた超解像記録膜5を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ビームの照射により情報の記録再生を行なう光記録媒体であって、基板と、この基板上に設けられた記録膜と、前記基板上の前記記録膜の上または下に設けられかつ金属微粒子分散膜を用いた超解像記録膜とを備えたことを特徴とする光記録媒体。

【請求項 2】 前記基板上の前記記録膜の上または下に超解像再生膜が設けられている請求項 1 記載の光記録媒体。

【請求項 3】 前記基板と前記記録膜との間に前記超解像再生膜が、前記記録膜の前記超解像再生膜を設けたのとは反対側に前記超解像記録膜が設けられている請求項 2 記載の光記録媒体。

【請求項 4】 前記金属微粒子分散膜の金属微粒子が Au、Ag、Cu の少なくとも 1 つであることを特徴とする請求項 1～3 記載の光記録媒体。

【請求項 5】 請求項 2～4 記載の光記録媒体の光記録再生装置であって、記録レベルの強度の光照射により、前記光記録媒体の超解像記録膜に光スポットサイズよりも小さい第 1 の光学開口を形成し、この第 1 の光学開口に対応した大きさの記録マークを前記記録膜中に形成して記録を行なう記録手段と、再生レベルの強度の光照射により、前記光記録媒体の超解像再生膜に光スポットサイズよりも小さい第 2 の光学開口を形成し、この第 2 の光学開口を通じて前記記録マークを読み取る再生手段とを備えたことを特徴とする光記録再生装置。

【請求項 6】 前記記録レベルの強度の光照射と前記再生レベルの強度の光照射とが同じ光源により行われることを特徴とする請求項 5 記載の光記録再生装置。

【請求項 7】 請求項 2～4 記載の光記録媒体の記録再生を行なう光記録再生方法であって、記録レベルの強度の光照射により、前記光記録媒体の超解像記録膜に光スポットサイズよりも小さい第 1 の光学開口を形成し、この第 1 の光学開口に対応した大きさの記録マークを前記記録膜中に形成して記録を行い、再生レベルの強度の光照射により、前記光記録媒体の超解像再生膜に光スポットサイズよりも小さい第 2 の光学開口を形成し、この第 2 の光学開口を通じて前記記録マークを読み取り再生を行なうことを特徴とする光記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光記録媒体、光記録再生装置および光記録再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光ビームを照射して情報の再生もしくは記録再生を行う光ディスクメモリは、大容量性、高速アクセス性、媒体可搬性を兼ね備えた記憶装置として音声、画像、計算機データ等の各種ファイルで実用化されており、今後もその発展が期待されている。光ディスクの高密度化には、原盤カッティング用ガスレーザの短波

長化、動作光源である半導体レーザの短波長化、対物レンズの高開口数化、光ディスク基板の薄板化、さらに記録可能な光ディスクにおいては、マーク長記録、ランドグループ記録等の種々のアプローチがある。

【0003】以上のようなアプローチの他に高密度化の効果が大きい技術として媒体膜を利用する超解像再生技術が提案され検討されている。超解像再生技術は当初、光磁気ディスク特有の技術として提案されたものである。光磁気ディスクにおいては記録膜もしくは再生膜に超解像機能を有する磁性膜を交換結合もしくは静磁結合させた媒体を用い、再生光照射時に膜を昇温させ膜間の交換力もしくは静磁力を利用して、超解像膜の一部で再生スポットの一部を光学的にマスクするか光学的開口を設ける。その後、ROM ディスクに対しても、記録マーク列の設けられた面と基板との間に、光透過率が再生レーザ光照射で変化する超解像膜を設けて超解像再生する試みが報じられ、光磁気のみならず ROM、相変化、色素等の全ての光ディスクに適用可能であることが明らかとなった。

【0004】このような各種の光ディスクに適用可能な超解像再生の方法は、ヒートモード方式とフォトンモード方式とに大別される。前者のヒートモード方式は再生光照射によって超解像再生膜を加熱し、加熱により超解像膜に相転移等を発生させて透過率を変化させるもので、光学開口は超解像再生膜の等温線と同一の形状を呈するため、線速に合わせた厳密な熱制御が必要である。一方で後者のフォトンモード方式ではフォトリソグラフィ系の材料を超解像再生膜として用い、再生光照射による発色もしくは消色現象を利用している。フォトリソグラフィは、光照射により基底準位から励起寿命の短い励起準位に電子を励起させ、この励起準位から励起寿命の非常に長い準安定励起準位に電子を捕捉して光吸収特性を発現させるものなので、繰り返し再生を行なうためには準安定励起準位に捕捉された電子を再度、基底準位に脱励起することが必要である。脱励起のためには再生光とは波長の異なる補助的光照射が必要となるため、原理的に 2 ビーム動作が必要である。また、励起・脱励起の過程が複雑なため、繰り返し再生回数も高々 1 万回程度と実用にはほど遠いものであった。

【0005】一般に、有機材料は無機材料に比べて繰り返し再生（記録）に対する劣化が大きい。また、ヒートモード系材料は結晶構造が変化する等の原子移動を伴うため、応答速度はフォトンモード系材料よりも遅く、超解像膜の光学開口部が光スポットよりも後方に形成される。このため、ガウス分布をした光を用いる場合、光量のロスが大きい。したがって、超解像膜は無機材料でかつフォトンモード系の材料であることが望ましい。

【0006】そこで本発明者等はフォトンモード系無機材料に注目し、吸収飽和現象により光学定数が高速に変化する半導体連続膜あるいは半導体微粒子分散膜を超解

像再生膜に用いることを、特開平10-320857号公報で提案している。吸収飽和現象を利用する場合は2準位間の電子励起を利用するため、光に対する応答は高速であり光学定数の変化も大きい。

【0007】しかしながら、従来の技術では、超解像再生は可能であったが、超解像記録は困難であった。すなわち、記録マークの間隔を詰めて記録しても高分解能に再生することは可能であるが、記録マークのサイズは基本的には記録レベルの光のスポットサイズで決定され、より小さいマークを形成することはできなかった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述したような従来の超解像膜を用いた光記録媒体の問題を解決するためになされたものであって、記録レベルの光のスポットサイズよりも小さな記録マークを形成することが可能な光記録媒体、この光記録媒体を記録再生する光記録再生装置および光記録再生方法を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述の問題を解決するために本発明は請求項1の発明として、光ビームの照射により情報の記録再生を行なう光記録媒体であって、基板と、この基板上に設けられた記録膜と、前記基板上の前記記録膜の上または下に設けられかつ金属微粒子分散膜を用いた超解像記録膜とを備えたことを特徴とする光記録媒体を提供する。

【0010】また請求項2の発明として、前記基板上の前記記録膜の上または下に超解像再生膜が設けられている請求項1記載の光記録媒体を提供する。

【0011】さらに請求項3の発明として、前記基板と前記記録膜との間に前記超解像再生膜が、前記記録膜の前記超解像再生膜を設けたのとは反対側に前記超解像記録膜が設けられている請求項2記載の光記録媒体を提供する。

【0012】これらに加えて請求項4の発明として、前記金属微粒子分散膜の金属微粒子がAu、Ag、Cuの少なくとも1つであることを特徴とする請求項1～3記載の光記録媒体を提供する。

【0013】また本発明の請求項5に係る光記録再生装置は、請求項2～4記載の光記録媒体の光記録再生装置であって、記録レベルの強度の光照射により、前記光記録媒体の超解像記録膜に光スポットサイズよりも小さい第1の光学開口を形成し、この第1の光学開口に対応した大きさの記録マークを前記記録膜中に形成して記録を行なう記録手段と、再生レベルの強度の光照射により、前記光記録媒体の超解像再生膜に光スポットサイズよりも小さい第2の光学開口を形成し、この第2の光学開口を通じて前記記録マークを読み取る再生手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0014】さらに請求項6として、前記記録レベルの

強度の光照射と前記再生レベルの強度の光照射とが同じ光源により行われることを特徴とする請求項5記載の光記録再生装置を提供する。

【0015】最後に本発明の請求項7に係る光記録再生方法は、請求項2～4記載の光記録媒体の記録再生を行なう光記録再生方法であって、記録レベルの強度の光照射により、前記光記録媒体の超解像記録膜に光スポットサイズよりも小さい第1の光学開口を形成し、この第1の光学開口に対応した大きさの記録マークを前記記録膜中に形成して記録を行い、再生レベルの強度の光照射により、前記光記録媒体の超解像再生膜に光スポットサイズよりも小さい第2の光学開口を形成し、この第2の光学開口を通じて前記記録マークを読み取り再生を行なうことを特徴とするものである。

【0016】Au、Ag、Cu等の金属微粒子をマトリックス中に分散させた金属微粒子分散膜を超解像記録膜に用いる効果について、以下説明する。

【0017】金属を適当な誘電体中に微粒子として分散させると、表面プラズモンによる吸収が現れる。プラズモンは金属の中の電子の集団移動であり、表面に誘起されるプラズモンを表面プラズモンと呼ぶ。表面プラズモンによる吸収が起こる波長近傍では3次の非線形感受率が 10^{-7} esu程度と大きくなり、大きな光学定数の変化が期待できる。一般的に金属微粒子分散膜の光学定数が大きく変化するパワーは 10 MW/cm^2 程度以上であるので、超解像再生膜として用いるよりも超解像記録膜として用いる方が好ましい。

【0018】ここで図8に、金属微粒子分散膜と半導体微粒子分散膜に光を照射したときの時間と透過率との関係を示す。図において、横軸は時間、縦軸は透過率である。

【0019】図より分かるように、光を照射した後の半導体微粒子分散膜の透過率減衰が、nsオーダーという長い時間がかかるのに対し、金属微粒子分散膜の透過率減衰は、psオーダーの極めて短い時間しかかからない。すなわち、金属微粒子分散膜は光学定数が極めて短い時間で変化する。

【0020】このような特性を有する金属微粒子分散膜と半導体微粒子分散膜に光を照射すると、光スポットに対してどのような光学開口（アパーチャー）が形成されるかを、図9に図示する。金属微粒子分散膜の光学定数が変化する時間は短いため、図9に示すように金属微粒子分散膜を用いた場合には、光学開口が光スポットのほぼ中央に光スポットとほぼ同様な円状となって形成される。これに対して、半導体微粒子分散膜の光学定数が変化する時間は長いため、半導体微粒子分散膜を用いた場合には、光学開口が光スポットに対して尾を引くような楕円形となって形成されてしまう。このため、金属微粒子分散膜と半導体微粒子分散膜とを比較すると、金属微粒子分散膜の方が高分解能の超解像記録が可能となる。

10

20

30

40

50

【0021】金属微粒子分散膜に用いる金属微粒子としては、Au、Ag、Cuの少なくとも1種が好ましい。これは、これらの材料が可視領域に表面プラズモンによる吸収ピークを有し、吸収ピーク波長の光を照射すると吸収率変化が急峻に変化するため、超解像記録に最適であるという理由による。尚、金属微粒子としては、Pt、Rh、Sn、Pd、Ir等を用いることも可能である。

【0022】また金属微粒子を分散させるマトリックス材としては、使用する波長に対して透明な誘電体材料であれば特に限定はされないが、例えばSiO₂、Si-N、Al-O、Al-N、B-Nなどを用いることが可能である。

【0023】いずれの材料を用いた場合においても、金属微粒子の表面プラズモンによる吸収があることが好ましい。

【0024】金属微粒子の平均粒径は1~50nm程度が好ましい。1nm未満であると、粒径が均一な金属微粒子を作製することが難しい等の理由から好ましくなく、また50nmを超えてしまうと、膜中に微粒子として存在させるためには超解像記録膜自体の膜厚が非常に厚くなる等の理由から好ましくない。

【0025】また金属微粒子分散膜全体中の金属微粒子の割合は、0.1~60重量%程度が好ましい。0.1重量%未満であると、分散する金属微粒子が非常に少ないため数100nm程度の膜厚では十分な光学定数の変化を実現できない等の理由から好ましくなく、60重量%を超えてしまうと、金属微粒子同士の凝集が起きやすく、微粒子を作製することが難しい等の理由から好ましくない。

【0026】上述したように、金属微粒子分散膜の光学定数が大きく変化するパワーは10MW/cm²程度以上と比較的高く、これは半導体微粒子分散膜と比較すると高いパワーであるため、光照射のパワーが比較的低い再生に用いるよりも、パワーが比較的高い記録に適用する方がより適している。

【0027】また、記録膜に相変化材料を用いる相変化光記録媒体は通常、干渉膜、記録膜、保護膜、反射膜等からなる多層構成を有している。このような多層構成は通常スパッタリングにより成膜されているため、超解像再生膜および超解像記録膜もスパッタリングにより成膜することが好ましい。金属のスパッタリングは半導体のスパッタリングに比べて容易であるため、金属微粒子分散膜は半導体連続膜および半導体微粒子分散膜よりもスパッタリングで作り易いという利点がある。

【0028】以上のように、超解像記録膜としては半導体微粒子分散膜よりも金属微粒子分散膜を用いることが望ましい。

【0029】このような金属微粒子分散膜を超解像記録膜に用いる本発明に関して、以下、図面を用いながら具

体的に説明する。

【0030】図1は本発明の光記録媒体の一例を示す概略断面図である。

【0031】図において、1は基板であり、基板1上に超解像再生膜2、第一干渉膜31、記録膜4、第二干渉膜32、超解像記録膜5、反射膜6が順次積層されている。記録膜4は記録レベルの強度の光を照射して情報を記録し、この記録した情報を再生レベルの強度の光を照射することによって読み取り再生をするものである。また第一干渉膜31、第二干渉膜32は各々、光学的干渉効果を得るために設けられるものであり、反射膜6は入射した光を反射させるために設けられるものである。

【0032】これらの積層構造のうち、超解像再生膜2、超解像記録膜5の特性に関して述べる。図2は、照射フォトンエネルギーE_pと超解像再生膜2、超解像記録膜5の透過率T_rとの関係を示す図であり、横軸が照射フォトンエネルギー、縦軸が透過率を表わしている。図中、Rで示す曲線は超解像再生膜2の特性であり、Wで示す曲線は超解像記録膜5の特性である。尚、用いる超解像膜がヒートモード系材料の場合には、図2の横軸を膜温度に置き換える。

【0033】図から、超解像再生膜2は再生時の照射フォトンエネルギーE_r未満の照射フォトンエネルギー領域では透過率が低く、E_r以上で高い透過率が得られることが分かる。よって、E_r以上の適度な再生パワーを用いることで、超解像再生膜2中に光スポットサイズよりも小さな微小光学開口（第2の光学開口）が形成される。基板1側から照射された光は、この第2の光学開口を通じて記録膜4に照射され、これにより超解像再生機能が発現する。

【0034】一方、超解像記録膜5は記録時のフォトンエネルギーE_w未満の照射フォトンエネルギー領域では透過率が低く、E_w以上で高い透過率が得られる。よって、E_w以上の適度な記録パワーを用いることで、超解像記録膜5中に光スポットサイズよりも小さな微小光学開口（第1の光学開口）が形成される。基板1側から照射された光は、この第1の光学開口を通過して反射膜6にまで達し、通過光は反射膜6によって反射されて記録膜4に戻る。これにより、例えば相変化等のヒートモード記録を利用している場合には、記録膜4の加熱が十分に行なわれて微小記録マークが形成される。すなわち、超解像記録が行なわれる。ここで、E_w>E_rであるから、E_w以上の照射フォトンエネルギーを照射すれば、記録膜4よりも基板1側に位置している超解像再生膜2には当然のことながら、十分に広い光学開口が形成され、この開口を通して光が記録膜4にまず照射され、その後超解像記録膜5に照射されることとなる。

【0035】以上のことを鑑みると、本発明の光記録再生方法として、次のような方法が好ましいことが分かる。記録時には、記録レベルの強度の光照射により、超

解像記録膜に光スポットサイズよりも小さい第1の光学開口を形成し、この第1の光学開口に対応した大きさの記録マークを記録膜に形成して記録を行う。また再生時には、再生レベルの強度の光照射により、超解像再生膜に光スポットサイズよりも小さい第2の光学開口を形成し、この第2の光学開口を通じて記録マークを読み取り再生を行なう。

【0036】図1のように、超解像再生膜2と超解像記録膜5とを記録膜4を挟むように両側に設け、かつ超解像記録膜5は記録膜4の光入射側とは反対側に設けることが、記録時に光を効率的に使えるという観点から最も好ましい。これは、再生時には超解像記録膜5が透過率の低い状態にあるため、記録膜4の光入射側に配置すると再生光の損失となるからである。

【0037】しかし、超解像再生膜2、超解像記録膜5の透過率と照射光子エネルギーとの関係には様々な態様があるため、場合によっては、記録膜4の片側に双方の超解像膜を配置しても良い。例えば記録膜4の光入射側に超解像再生膜2、超解像記録膜5の双方を配置する場合には、再生時に超解像記録膜5を透過して記録膜4に再生光が照射される必要があるため、超解像記録膜5の光照射前の透過率を予め高く設定しておくことが望ましい。また、記録膜4の反射膜6側に超解像再生膜2、超解像記録膜5を配置する場合には、しきい値以上の光照射により反射率が高くなるように層構成を調整することが望ましい。

【0038】超解像再生膜2を形成する材料としては、高速結晶化形の相変換材料、熱退色性色素等のヒートモード系材料；フォトクロミック、フォトブリーチング、半導体もしくは半導体微粒子分散系等の光子モード系材料等を用いることができる。

【0039】超解像再生膜は再生パワー、超解像記録膜は記録パワーで動作する必要があるため、超解像記録膜が動作するしきい値は超解像再生膜が動作するしきい値よりも大きくなければならない。しきい値を異なる値とするには、超解像再生膜と超解像記録膜に異なる材料を用いても良いし、吸収飽和現象を利用した光子モード系材料を用いても良い。

【0040】ここで、吸収飽和現象に関して説明する。半導体に禁制帯幅以上のエネルギーの光を照射すると、光を吸収して充満帯から伝導帯に電子が励起される。電子励起の確率は伝導帯の空席状態密度が高いほど高い。照射する光子エネルギーが増加すると充満帯から励起される電子数が増加し、伝導帯中の空席状態密度は低下する。したがって、光子エネルギーが少ないときは光を吸収するが、光子エネルギーが多くなると次第に吸収が少なくなり透過率が増加する。光記録再生における光強度分布はスポット中心部が高く周辺部は低い。このため、透過率はスポット中心部が高く周辺部で低くなり、超解像動作が可能となる。

【0041】吸収飽和を発現する光子エネルギーの調整は、波長に合わせて用いる半導体材料を選択する、半導体微粒子分散系においては微粒子サイズ、分散量等を調整して脱励起の寿命、励起確率を制御する等を行なえば可能である。

【0042】伝導帯における空席の状態密度は伝導帯下端付近で大きく、エネルギーの高い側へ向けて減衰するので、動作波長に近くそれよりもやや狭い禁制帯幅を持つ半導体を選択したときに励起確率は最も高くなり、このため最も低い光子エネルギーで吸収飽和させることが可能となる。逆に動作波長に比べてかなり狭い禁制帯幅を持つ半導体を選択すれば、エネルギーの高い状態に電子が励起されて励起電子は伝導帯下端の状態に移動するので、吸収飽和させるのに必要な光子エネルギーは高くなる。

【0043】同一の禁制帯幅の半導体でも材料に依存して遷移確率が異なるので、この遷移確率の差を利用すれば吸収飽和が起こる光子エネルギーを調整することができる。また禁制帯幅の微調整および伝導帯の状態密度関数の幅の制御は、微粒子サイズ、分散量等の調整を行なうことによって可能である。孤立微粒子化するほど禁制帯幅は広がり、同時に状態密度関数は狭く急峻になる。また、脱励起寿命によっても吸収飽和が起こる光子エネルギーを調整できる。連続膜の場合もしくは粒径が大きい場合のような脱励起寿命が短い場合には、吸収飽和が起こる光子エネルギーを高く、逆に粒径が小さい場合のような脱励起寿命の長い場合には、吸収飽和が起こる光子エネルギーを低く調整できる。

【0044】以下、金属微粒子分散膜の特性に関して具体的に説明する。

【0045】まず、7.5nmのAu微粒子がSiO₂中に分散したAu微粒子分散膜の吸収スペクトルを図3に示す。図3においては、横軸が波長(nm)、縦軸が吸収率を表わしている。図3に示すように、532nmに表面プラズモンによる吸収ピークが確認できた。尚、金属微粒子としてAg、Cuを用いた場合には、吸収ピークはそれぞれ400nm、550nmとなる。

【0046】次に、波長532nm、パルス幅200fsのレーザーでAu微粒子分散膜を励起したときの吸収率変化を、ポンプ・プローブ法により測定した結果を図4に示す。図4においては、横軸が時間(ps)、縦軸が吸収率を表わしている。図4より、吸収率変化の立ち上がりおよび立ち下がりが共にpsオーダーで起こっているのが分かる。

【0047】吸収率変化も前述した透過率変化も光学定数の変化であるので、本発明の光記録媒体は、超解像記録膜5の光学定数が極めて短い時間で変化することができる。したがって、光学開口を光スポットのほぼ中央に形成することができ、高分解能の超解像記録が可能となる。また、超解像再生膜2を設けているので超解

像再生も可能となり、極めて高密度の記録再生ができるようになる。

【0048】また本発明の光記録再生装置は、上述した光記録媒体に、記録レベルの強度の光を照射することにより、超解像記録膜に光スポットサイズよりも小さい第1の光学開口を形成し、この第1の光学開口に対応した大きさの記録マークを記録膜中に形成する記録手段と、再生レベルの強度の光を照射することにより、超解像再生膜に光スポットサイズよりも小さい第2の光学開口を形成し、この第2の光学開口を通じて記録膜に記録された情報を読み取り再生する再生手段とを備えるものである。ここで、記録レベル、再生レベルの強度の光を照射する光照射手段としては、単一の同じ光源を用いることが装置の簡略化を考えると好ましい。

【0049】記録手段は上述の光照射手段の他、光照射手段を制御する制御手段をも備えることが好ましい。また、再生手段は光照射手段の他、再生レベルの光を照射した際に光記録媒体から反射されてくる光、あるいは透過する光を検出して情報を読み取る検出手段をも備え、また、光照射手段や検出手段を制御する制御手段をも備えることが好ましい。記録手段、再生手段の光照射手段、制御手段は別々に設けても良いし、共通化しても良いが、共通化することが装置の簡略化のためには好ましい。

【0050】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態を説明する。

【0051】（第1の実施形態）図5は本発明の第1の実施形態に係る光記録媒体としての相変化光ディスクの概略断面図である。図において、1は基板であり、基板1上に超解像記録膜5、第一干渉膜31、記録膜4、第二干渉膜32、反射膜6が順次積層されている。

【0052】このような積層構造を有する光記録媒体の製造工程を以下、説明する。

【0053】まず、マスタリング工程→スタンパ工程→インジェクション工程という通常の光ディスク基板プロセスを用いて、トラッキングガイド溝（グループ）の設けられたポリカーボネート基板1を作成した。この基板1上に、スパッタリングにより積層構造を形成する。

【0054】本実施形態では、記録光の波長 λ を532nm、焦点レンズのNAを0.6とする。よってディスク面上のレーザスポットサイズは全半値幅Wで約0.5nmである。

【0055】超解像記録膜5には平均膜厚100nmのAu微粒子分散膜を用いる。Au微粒子分散膜の組成等は上述した通りとする。超解像記録膜5を金属微粒子とマトリックス材の同時スパッタか、あるいは予めターゲットを金属微粒子分散材料にしてスパッタすることにより成膜した後、これに続いて、ZnS-SiO₂を用いた平均膜厚110nmの第一干渉膜31、相変化記録材

料であるGeSbTeを用いた平均膜厚202nmの記録膜4、ZnS-SiO₂を用いた平均膜厚40nmの第二干渉膜32、Al合金を用いた平均膜厚50nmの反射膜6を連続的に通常のマグネトロンスパッタ法により成膜した。

【0056】このようにして作成した媒体をディスク評価装置にセットし線速6m/sで駆動して、基板1側から波長532nmの半導体レーザ記録光をNA0.6の対物レンズで集光して照射し、微小記録マーク列の形成を試みた。マーク長として0.5 μ mの単一周波数のマーク列を記録パワーを変えながら作成し、記録光と同じ波長532nm、NA0.6の光で再生してCNRを調べた結果を図6に示す。図においては、横軸が記録パワー、縦軸がCNRを示している。また、[B]で示す曲線が本実施形態の媒体のCNRを表わしており、[A]で示す曲線は、超解像記録膜5を設けない他は図5と同様な比較例のCNRを表わしている。

【0057】記録のしきい値パワーに注目すると、比較例に比べて本実施形態の媒体のCNRは高パワー側にシフトしており、かつしきい値からのCNRの立ち上がり方が急峻になっている。これは超解像記録膜5の透過率が照射フォトンエネルギー、すなわち照射エネルギー密度に依存することを反映するものである。よって、超解像記録膜5の透過率が低いようなパワーでは記録光が記録膜4に到達せず、このため、このようなパワーでは記録ができない。また、超解像記録膜5の透過率が高くなると、記録光が記録膜4に到達するようになり、このため急峻にCNRが立ち上がる。

【0058】本実施形態の媒体のもう1つの特徴は、飽和CNR値が比較例と比べて低いことである。これは、比較例ではレーザスポットのFWHM程度の記録マークが形成されるのに対して、本実施形態では光ビームの中心部付近にのみ微小記録マークが形成され、この結果、記録マークサイズが小さくなることを反映している。

【0059】続いて、記録パワー等は上述と同様で、記録マーク間隔MLを変えて記録を行い、これを波長410nmの短波長レーザで再生した。結果を図7に示す。図においては、横軸が記録マーク間隔ML[μ m]、縦軸がCNRを示している。また、[A][B]は図6と同様である。

【0060】短波長レーザを用いた場合のレーザスポットのFWHMは0.3 μ m程度であり、本実施形態では、長波長で超解像記録したマークでも比較例と同様、十分に高いCNRが得られている。また、マーク間隔MLを詰めていくと、比較例では記録時の熱干渉および再生時の符号間干渉の影響から、MLが再生レーザスポットサイズの0.3 μ m程度未満となると、急激にCNRが低下していることが分かる。これに対して本実施形態では記録マークサイズが小さいことに起因して、記録時の熱干渉も小さくかつ符号間干渉も小さいので、MLが

0.15 μm 程度でも高いCNRを維持している。

【0061】このように、超解像記録膜5を設けたのみに、長波長レーザによる超解像記録と短波長レーザによる再生とを組み合わせ2レーザ動作を行なうことにより、高密度な記録再生を行なうことが可能となる。

【0062】(第2の実施形態)第1の実施形態では超解像記録膜のみを用いて2レーザ動作を行なった場合に関して説明したが、実用を考えると2レーザ動作よりは記録再生を1つの光源、具体的には1つのレーザで行なう1レーザ動作の方が好ましい。第2の実施形態は、超解像記録膜と超解像再生膜とを組み合わせ1レーザ動作を可能とするものである。

【0063】媒体としては、図1に示すような積層構造の媒体、具体的には相変化光ディスクを用いる。積層構造は、図1で説明したのと同様な基板1上に、平均粒径4nmのCdS微粒子がSiO₂中に分散された平均膜厚100nmの超解像再生膜2、ZnS-SiO₂を用いた平均膜厚100nmの第一干渉層31、GeSbTeを用いた平均膜厚20nmの記録膜4、ZnS-SiO₂を用いた平均膜厚100nmの第二干渉層32、平均粒径10nmのAg微粒子がSiO₂中に分散された平均膜厚80nmの超解像記録膜5、Al合金を用いた平均膜厚50nmの反射膜6が順次積層されている。超解像再生膜2および超解像記録膜5は波長410nmで動作するように微粒子の粒径と体積率を調整してある。

【0064】ディスク特性評価は波長410nm、NA0.6、線速6m/sとし、記録パワー15mW、再生パワー2mWで行なった。この記録再生パワーは予備実験を行なった結果から決めたものである。マーク間隔を変えながら記録再生実験を行ない再生CNRを調べた結果、図7の[B]で示したのと同様な特性を示した。

【0065】超解像再生膜2は、記録レベルの光照射時には十分に広い光学開口を形成するので、記録時には超解像記録膜5のみが作用すると考えられる。ここで超解像記録膜5は、本実施形態においては記録膜4の光入射側とは反対側に配置してある。これは、再生時に超解像記録膜5は透過率の低い状態にあるため、記録膜4の光入射側に配置すると再生光の損失となるからである。しかしながら、超解像記録膜5の光照射前の透過率を予め高く設定しておくことで、超解像記録膜5、超解像再生膜2共に、記録膜4に対して光入射側に配置されていても構わない。また、超解像記録膜5が記録膜4の光入射側に配置されている場合には、反射膜6は設けなくても良い。本実施形態のように、記録膜4の光入射側と反対側に超解像記録膜5を設けて超解像記録を行なう場合には、記録膜4の膜厚は十分に光が透過する程度の薄い膜厚に設定すべきであり、相変化記録膜のようなヒートモード膜の場合には十分な加熱が起こらないため、一時光の入射によっては記録が起こらず、記録膜4を透過した

一時光が超解像記録膜5に微小開口を形成し、その上の反射膜6へ光を透過させてその透過光が反射膜6で反射されて記録膜4に戻り、その作用で記録膜4が十分に加熱されて微小記録マークを形成するという形態を取ることが好ましい。

【0066】このように、超解像記録膜5の他に超解像再生膜2を設けることで、1レーザで高密度な記録再生を行なうことが可能となる。すなわち、記録レベルの強度の光照射と再生レベルの強度の光照射との光源を同じものとする、換言すれば光照射手段を単一とすることにより、光記録再生装置の簡略化を図ることが可能になる。尚、光記録再生装置には光照射手段の他に、再生の際にディスクからの反射光もしくは透過光を検出する検出手段や、光照射手段や検出手段を制御して記録再生を行なうことを可能とする制御手段も設けられている。

【0067】以上、本発明の実施の形態を説明したが、本発明は上述の実施の形態に限定されるものではない。

【0068】例えば基板は、一般的に用いられるものから任意に選択可能であり、具体的には、ガラス、PMM A(ポリメチルメタクリレート)等のアクリル樹脂、ポリカーボネート等の樹脂、およびその他を用いることも可能である。

【0069】また例えば、干渉膜として、ZnS-SiO₂と同様なSiO₂、Si₃N₄、Ta₂O₅、TiO₂等の透明誘電体材料を用いても良いし、記録膜として、TbFeCo、GdFeCo、Pt/Co、MnBi、ガーネット、フェライト等の光磁気材料およびAgInSbTe等の相変化記録材料や、フォトリソミックに代表されるフォトンモード記録材料等を用いても良い。さらに、反射膜として、Au、Cu、Ag等に代表される高反射率の金属材料を用いても良い。

【0070】さらに、超解像再生膜に用いることの可能な半導体連続膜または半導体微粒子分散膜としては、例えば、次のような材料を用いることができる。半導体材料は使用するレーザーの波長に合わせて選択することができ、Cu、Agのハロゲン化物、Cu酸化物、AgSe、AgTe、SrTe、SrSe、CaSi、ZnS、ZnO、ZnSe、ZnTe、CdS、CdSe、CdTe、AlTe、InS、InO、InSe、InTe、AlSb、AlN、AlAs、GaN、GaP、GaAs、GaSb、GeS、GeSe、SnS、SnSe、SnTe、PbO、SiC、AsTe、AsSe、SbS、SbSe、SbTe、BiS、TiO、MnSe、MnTe、FeS、MoS、CuAlS、CuInS、CuInSe、CuInTe、AgInS、AgInSe、AgInTe、ZnSiAs、AnGeP、CuSbS、CuAsS、AgSbS、AgAsS等を用いることが可能である。半導体微粒子を分散する場合のマトリックス材としては、SiO₂、Si₃N₄、Ta₂O₅、TiO₂、ZnS-SiO₂等の

透明誘電体材料；C-H、C-F系のプラズマ重合物質；C等を用いることができる。

【0071】また、媒体として光ディスクを例に挙げて説明したが、テープ等への適用も可能である。

【0072】その他、本発明の要旨を超えない範囲で種々の変形が可能である。

【0073】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、対物レンズのNAで規定される光スポットサイズよりも微小な記録マークを形成できるので、記録密度を格段に向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る光記録媒体の一例を示す概略断面図。

【図2】 本発明に係る光記録媒体に用いられる超解像再生膜と超解像記録膜の特性を示す図。

【図3】 本発明に係る光記録媒体に用いられる超解像記録膜の吸収スペクトルを表わす図。

【図4】 本発明に係る光記録媒体に用いられる超解像*

* 記録膜の吸収率変化を表わす図。

【図5】 本発明の第1の実施形態に係る光記録媒体の概略断面図。

【図6】 本発明の第1の実施形態に係る光記録媒体のCNR特性を表わす図。

【図7】 本発明の第2の実施形態に係る光記録媒体のCNR特性を表わす図。

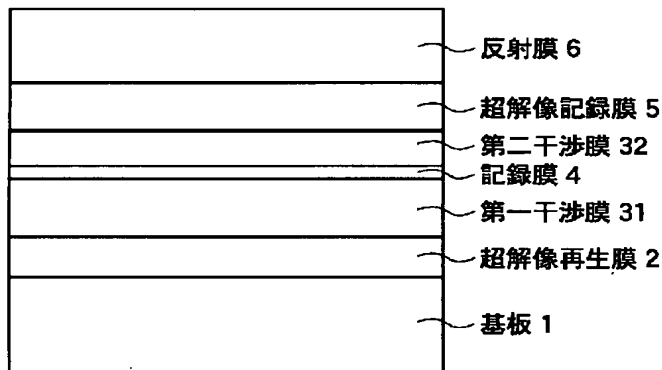
【図8】 金属微粒子分散膜および半導体微粒子分散膜の透過率変化を表わす図。

10 【図9】 金属微粒子分散膜および半導体微粒子分散膜に光学開口が形成される様子を表わす図。

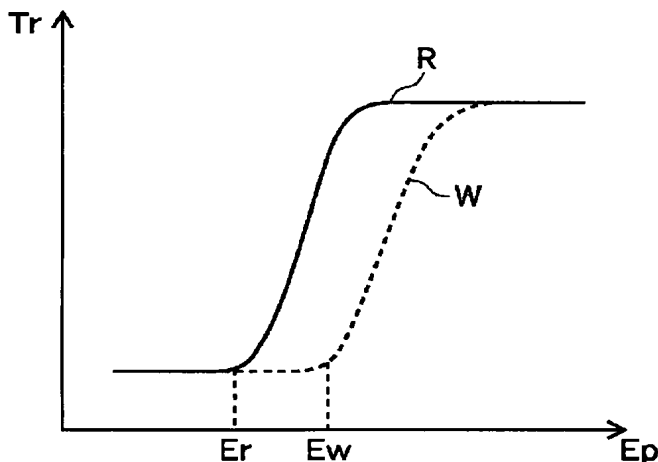
【符号の説明】

- 1…基板
- 2…超解像再生膜
- 31…第一干渉膜
- 32…第二干渉膜
- 4…記録膜
- 5…超解像記録膜
- 6…反射膜

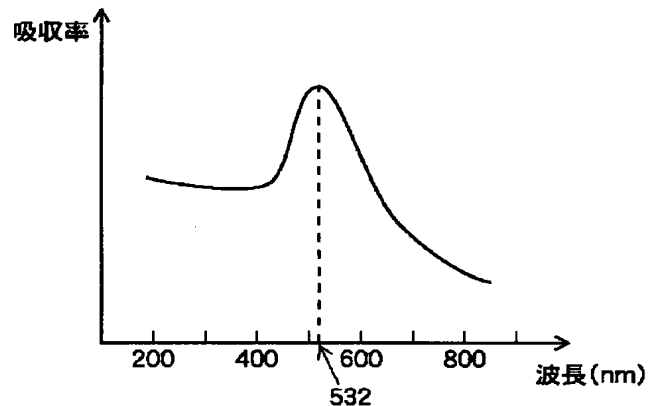
【図1】



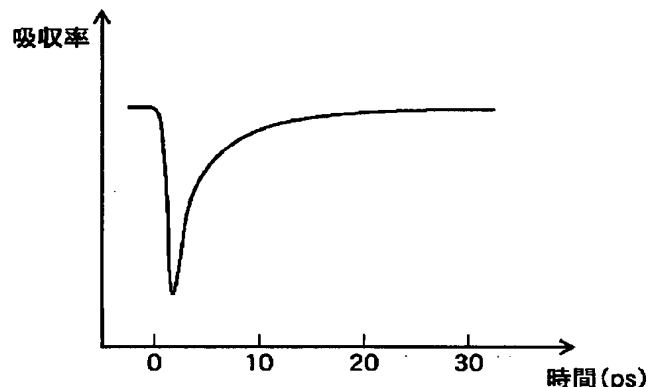
【図2】



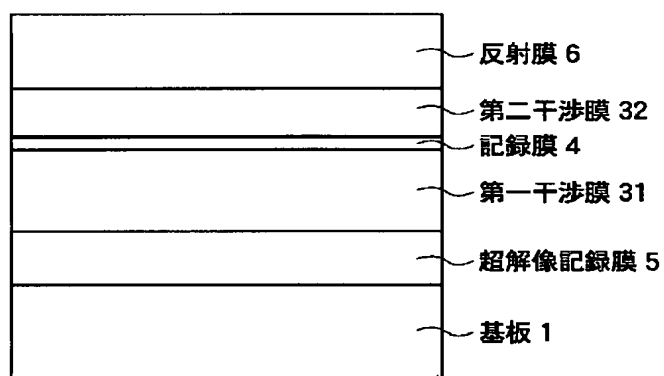
【図3】



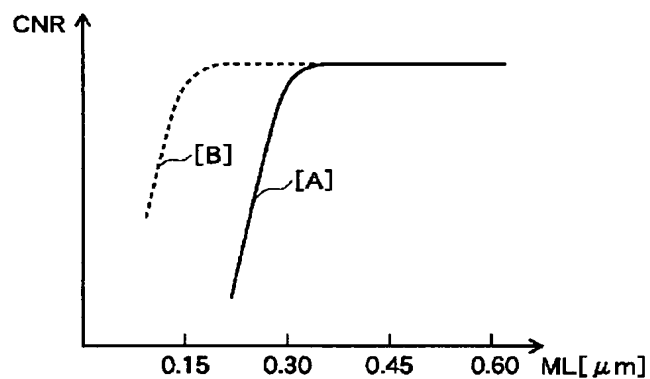
【図4】



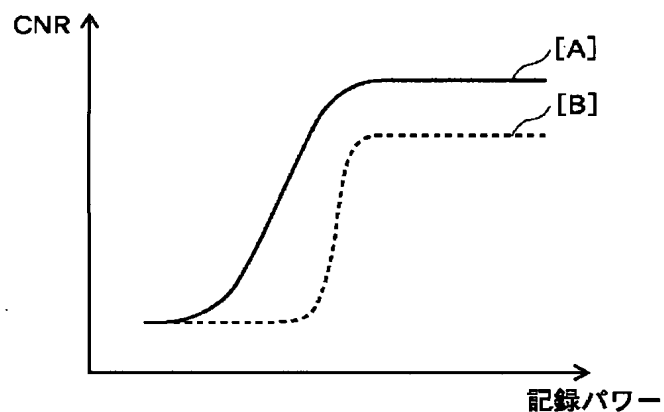
【図5】



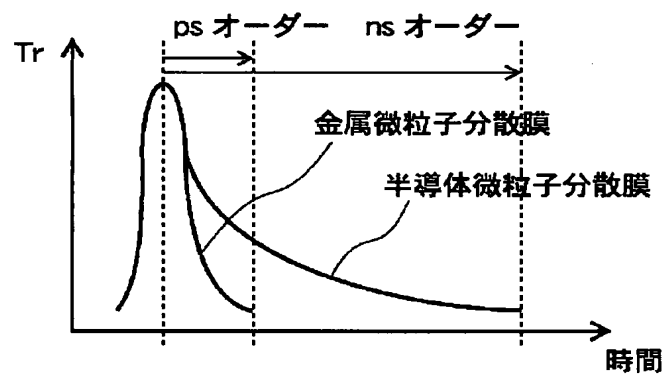
【図7】



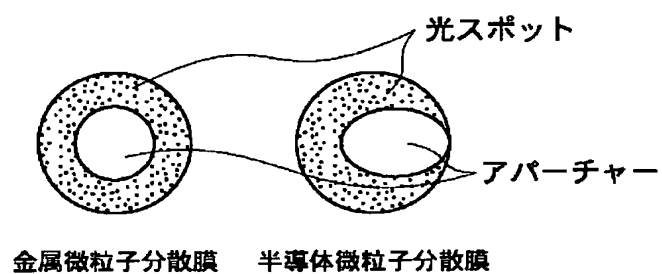
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 市原 勝太郎
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

Fターム(参考) 5D029 JA01 JB18 JC04
5D075 AA03 CC01 CC11 CD11 EE03
FF12
5D090 AA01 BB05 BB10 CC01 CC04
KK03